



양웅철

- 현대 · 기아자동차 연구개발총괄본부 본부장

University of California, Davis 기계공학 박사, 서울대학교 기계설계공학 학사

현, 현대 · 기아자동차 연구개발총괄본부 본부장, 현대자동차 환경기술센터장, (주) 카네스 대표이사, 현대자동차 전자개발센터장

친환경 차량개발(하이브리드, 연료전지), 자동차 전기전자 제어 플랫폼 개발, 자동차 전자 제어 시스템 개발, 파워트레인 제어 시스템 개발, 대체동력시스템 개발(연료전지, HEV), 변속기 및 엔진 제어 시스템 개발

Woong-Chul YANG

- President of Hyundai-Kia Research & Development Division, Hyundai-Kia Automotive Vehicle

University of California, Davis, Mechanical Engineering (Ph.D)
Seoul National University, Mechanical Design Engineering (B.S)

Presently, President of Hyundai-Kia Research & Development Division, Hyundai Motor - Head of Eco Technology Center, CARNES CEO, Hyundai Motor - Head of Electronics R&D Center

Achievements: Eco Friendly Vehicle Dev (HEV, FCEV), Automotive E/E Platform Dev., Automotive Electronics system Dev., P/T Control System Development, New Energy System Dev. (Fuel Cell / HEV), Transmission & Engine system Dev.

Environment-friendly Innovation
R&D Story of Avante LPi Hybrid

친환경 이노베이션
현대자동차 아반떼 LPi 하이브리드

자동차는 지역간의 거리를 좁히며 우리의 일상 생활에 없어서는 안될 필수품이 되었다. 그러나 더 멀리 더 빠르게 더 많은 것을 이동시키기 위한 연료의 무분별한 사용은 이제 변화의 요구에 직면해 있다. 현재 자동차는 매장량이 한정된 석유를 주원료로 사용하며 구동되고 있으며, 연소과정에서 발생하는 이산화탄소를 포함한 배출가스로 지구 환경에 악영향을 미치고 있다. 이중 이산화탄소는 지구 온난화 현상을 심화시키며 전세계적으로 발생하고 있는 기후변화의 원인으로 여겨지고 있다. 기후 변화는 인류를 포함한 지구상에 살고 있는 모든 생명체의 삶의 터전을 변화시키며 지속가능한 미래를 위협하고 있다. 이 때문에 모든 자동차 업체들에게 친환경 자동차의 개발은 이제 선택이 아닌 필수가 되었다. 이에 현대자동차는 그 동안 축적된 기술력을 토대로 국내에 친환경 자동차 시대를 열고자 세계 최초로 아반떼 LPi 하이브리드를 출시하였다.

당사가 고객들에게 첫 선을 보이는 하이브리드카인 만큼 아반떼 LPi 하이브리드 개발에는 모든 친환경 기술력이 집약되어 있다. 하이브리드카의 핵심 부품이라고 할 수 있는 모터와 인버터, 배터리, 그리고 컨버터 등을 수년간의 연구를 통해 독자 개발에 모두 성공하였으며, 극한의 차량 시험과정을 거쳐 마침내 우리의 대표 차종인 아반떼에 탑재할 수 있었다. 특히 세계 최초로 리튬이온폴리머배터리를 차량에 적용하였는데 아반떼 LPi 하이브리드의 안전성 확보를 위해 차량에서 안전 사고가 발생할 수 있는 모든 메커니즘을 분석하여 배터리 셀, 배터리 팩, 제어기, 차체 등에 대해 복합 안전설계를 하였다. 아반떼 LPI 하이브리드는 2008년 대한민국 10대 신기술상을 수상하여 이미 기술과 안전성에 대해 인정받았다. 또한 하이브리드 기술의 꽃이라고 불리는 제어 기술을 독자적으로 개발하여 성능을 극대화하였으며, 향후 친환경 자동차 개발에 필요한 핵심 제어 기술을 확보하는 계기를 마련하였다. 우리의 독자 기술이 집약된 한국형 하이브리드카의 개발을 위해 많은 연구원들이 밤낮을 가리지 않고 설계와 시험에 최선을 다하였다. 엔지니어들의 열정과 노력으로 새롭게 선보이는 아반떼 LPi 하이브리드카는 친환경성과 연비, 그리고 성능 면에서 모두가 깜짝 놀랄 만한 새로운 기준을 만들었다.

먼저 세계적 수준의 친환경성이다. 세계 최초로 친환경 연료인 LPG를 사용하였으며, 여기에 하이브리드 시스템에 의한 연비개선 효과가 더해져 기존 가솔린 모델 대비 이산화탄소 배출량을 약 36% 줄였다. 아반떼 LPi 하이브리드의 이산화탄소 배출량은 99g/km로써 국내 최저이며, 전세계 배출가스 규제 중 가장 엄격한 기준으로 꼽히는 SULEV를 만족시키는 최고 수준이다. 아반떼 LPi 하이브리드는 15만km 주행 가정시 동급 가솔린 모델 대비 이산화탄소 배출량을 12.7톤 감축시킨다. 30년생 소나무 한 그루의 연간 이산화탄소 흡수량이 약 12kg인 것을 감안할 때 12.7톤은 소나



그림 1. 아반떼 LPi 하이브리드 1호차 전달식 (2009.7.13 이만의 환경부장관)
Figure 1. Delivery of the first Avante LPi Hybrid (July 13th of 2009; The head of Ministry of Environment, Lee Man-ui)

Serving as a convenient mode of transportation, the automobile has become an indispensable necessity in our everyday lives. However, as our increasing need to move faster, further, and with more capacity has led to the reckless consumption of fuel, we are faced with the urgent responsibility to address the issues that have arisen. The combustion of fossil fuels that powers our vehicles produces harmful exhaust gases including CO₂, which is regarded as a core cause of ozone depletion and global warming. Climate change threatens the future of our environment and the livelihood of all earth’s inhabitants, including mankind. It is therefore imperative that the automotive industry focus research and development on eco-friendly technologies.

Climate change threatens the future of our environment and the livelihood of all earth’s inhabitants, including mankind. It is therefore imperative that the automotive industry focus research and development on eco-friendly technologies.



그림 2. 하이브리드 시스템 구조
Figure 2. Hybrid system structure

무 1,060그루가 연간 흡수하는 이산화탄소량과 맞먹는다. 아반떼 LPi 하이브리드를 탄다는 것은 단순히 차량 한대를 구입한 것에 그치지 않고 소나무가 가득한 작은 숲을 하나 더 갖게 되는 것을 의미하는 셈이다.

둘째로 우수한 성능을 들 수 있다. 아반떼 LPi 하이브리드의 친환경성으로 인해 성능이 희생된다면 그 의미가 퇴색되므로, 연비 목표를 달성하기 위하여 차량의 운전제어 측면에서 조금이라도 더 개선효과가 예상되는 수십 항목을 정리하고, 연비 확인과 주행 상품성 확인을 동시에 진행하였다. 15kW의 전기모터와 무단변속기(CVT)를 적용하여 17.8km/ℓ의 탁월한 연비를 달성하였으며, 가솔린 차를 능가하는 출력과 가속 성능으로 드라이빙의 즐거움을 마음껏 누릴 수 있다. 아반떼 LPi 하이브리드는 감마 1,600cc LPi 엔진을 탑재해 최고 출력 114마력, 최대 토크 15.1kg.m의 동력을 자랑한다. 주 동력원인 엔진뿐만 아니라 엔진동력을 보조하는 모터가 추가로 장착되어 전기 모터의 20마력을 더하면 최대 134마력까지 낼 수 있다. 이는 혼다 시빅 하이브리드(1,300cc)의 94마력보다 대략 20% 정도 앞선 수준이다.

셋째는 감성적이면서 미래지향의 하이테크한 이미지와 역동적인 스타일의 디자인이다. 아반떼 LPi 하이브리드의 최첨단 파워트레인 기술에 스포티한 스타일 및 공기역학적인 디자인 컨셉을 조화를 시켜, 젊은 고객층에 매력적으로 다가서는 디자인과 하이브리드카에 걸맞는 공기역학적인 디자인을 목표로 외장 디자인이 이루어졌다. 초기 스케치 단계에서 고성능 전투기와 같은 스포티한 이미지에서 아이디어를 발전시켰는데, 이는 측면부의 휠 디자인과 사이드 스커트 등의 공기 역학을 고려한 트림 디자인으로 구현되었다.

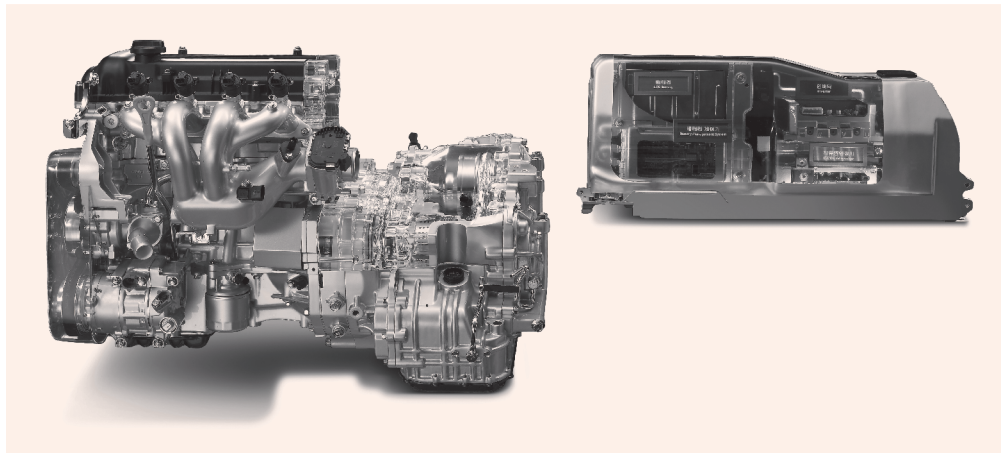


그림 3.
파워트레인과 배터리 모습

Figure 3.
Power train and battery

To open up the era of eco-friendly vehicles, Hyundai Motor Company has developed the Avante LPi Hybrid. As the first hybrid electric vehicle that we offer to our customers, we have dedicated significant eco-friendly R&D capabilities to the development of the Avante LPi Hybrid. Furthermore, core components of the hybrid electric vehicle such as the advanced lithium-ion polymer battery cells, battery packaging, controller, and car body were subjected to rigorous safety and performance tests before being integrated into the Avante LPi Hybrid. The robust and safety-focused design of the Avante LPi Hybrid were key factors in its market acceptance and in being awarded the KOREA 10 New Technology award in 2008. This important milestone in our hybrid development program has given Hyundai Motor Company the technological expertise for future eco-friendly vehicle development. Such a feat would

not have been possible without the hard work of our engineers. Through their passion and effort, Hyundai Motor Company has set a new standard in fuel economy, performance, and commitment to the environment

The first feature of the Avante LPi Hybrid to highlight is its significant environment-friendly impact. The Avante LPi Hybrid is the world's first hybrid electric vehicle to use LPG fuel and reduces carbon dioxide emissions by 36% compared to the conventional gasoline model on which it is based. The Avante LPi Hybrid emits 99g of CO₂ per km, which is the cleanest Korean-made vehicle produced to date and meets the SULEV (Super Ultra Low Emission Vehicle) standard, the stringent U.S. emission regulation. It is estimated that after driving 150,000km, the Avante LPi Hybrid would reduce carbon dioxide emissions by 12.7 tons compared to a gasoline-ICE based model. Considering that a 30 year-old pine tree absorbs about 12kg of carbon dioxide per year, the vehicle would reduce the same amount of carbon dioxide absorbed by 1,060 pine trees per year. Driving an Avante LPi Hybrid does not only provide a mode of transportation, but also provides the same environmental impact as a small forest of pine trees.

The second feature to mention is the vehicle's performance. While the Avante LPi Hybrid's environmental impact was of utmost significance, it would be in vain if performance was sacrificed. And so, in achieving our target fuel efficiency, we categorized all the possible avenues to improve fuel economy without affecting driving experience. By adopting a 15kW motor and a continuously variable transmission, the Avante LPi Hybrid not only achieves a fuel economy of 17.8km/ℓ but also puts out a higher power output and acceleration than

Driving an Avante LPi Hybrid does not only provide a mode of transportation, but also provides the same environmental impact as a small forest of pine trees.

Functionally, the ‘Blue Drive’ brand consists of five stages of eco-friendly technology development- namely, advanced engine technologies, alternative fuel vehicles, hybrid electric vehicles, pure electric vehicles, and hydrogen fuel cell vehicles. As the stages progress, there will be a greater reduction in CO₂ emissions and less reliance on petroleum.

the gasoline-based model. The gamma 1,600cc LPi engine produces a power output of 114HP and a max torque of 15.1kg·m. The added electric motor supplies an extra 20 horsepower to push total power output to 134HP. In fact, it is 20% more powerful than the 94HP Honda Civic hybrid (1,300cc)

The third feature to mention is the vehicle’s design. The advanced propulsion technology of the Avante LPi Hybrid is matched appropriately with its sporty, aerodynamic design concept. Focused on a more youthful market, we worked from our initial vision of a high-performance fighter jet concept, eventually leading to the development of the vehicle’s aerodynamic wheel and side-skirt design.

One of the most striking features of the interior design is the elegant, yet simple cluster layout. The cluster includes an eco-driving guidance and rating system that allows the user to develop better driving habits by monitoring the way he drives. The eco-driving rating system is a visual depiction of a flower that changes form depending on the user’s driving characteristics. The flower grows from stem to full bloom as the driver uses more fuel-efficient driving habits.

내장 디자인의 가장 두드러진 특징중의 하나는 우아하고 심플한 클러스터 레이아웃이다. 슈퍼비전 클러스터 내에 경제운전 안내 기능과 경제운전 채점 기능을 적용해 운전자가 이미지를 통해 보다 쉽고 재미있게 경제운전을 할 수 있도록 하였다. 경제운전 채점 기능은 주행시 누적 연비 효과를 단계 별로 나눠, 이를 꽃이 줄기에서부터 완전히 개화하는 그래픽으로 표현해 자신의 운전상태를 확인할 수 있도록 한 기능이다.

마지막으로 아반떼 LPi 하이브리의 출시와 함께 현대자동차의 친환경 브랜드인 ‘Blue Drive’의 시작을 알렸다. ‘Blue Drive’는 바다, 하늘 등 자연을 의미하는 ‘Blue’와 이동성과 추진력을 의미하는 ‘Drive’의 조합어로, 현대자동차가 친환경차를 통해 지구의 푸르름을 보전하고 인류를 포함한 지구상의 모든 생명체의 지속가능한 삶에 공헌하겠다는 의지를 표현한다. 현대자동차가 친환경 브랜드를 통해 선보이게 될 기술들은 고효율 내연기관, 대체 연료, 하이브리드, 전기차, 수소연료전지차 등 저탄소 녹색기술 전체를 포함하고 있다. 이러한 녹색기술은 성능, 안전성, 편의성 등 자동차가 주는 기능적 가치를 향상시키면서 연료를 덜 소비하며 이산화탄소를 포함한 배출가스를 줄이는 것이다.



그림 4. 외관(좌) 및 내장(우)
Figure 4. Exterior (Left), Interior (Right)

Lastly, with the launch of the LPi Hybrid, we have signaled the beginning of Hyundai’s eco-friendly brand ‘Blue Drive.’ Symbolically, ‘Blue Drive’ is the combination of the words “Blue” which represents the purity of the sea and the sky, and “Drive” which represents mobility and momentum. Functionally, the ‘Blue Drive’ brand consists of five stages of eco-friendly technology development- namely, advanced engine technologies, alternative fuel vehicles, hybrid electric vehicles, pure electric vehicles, and hydrogen fuel cell vehicles. As the stages progress, there will be a greater reduction in CO₂ emissions and less reliance on petroleum.



그림 5. 클러스터(좌) 및 경제운전 채점 기능 화면(우)
 Figure5. Cluster (Left), Eco-driving Rating System (Right)

1995년 첫 선을 보인 아반떼는 동급 최고의 성능, 안전성, 편의성 등으로 최고의 가치(True Value for Money)를 주는 차로 호평받으며, 한국을 비롯한 미국, 유럽, 중국 등 전세계 고객들에게 사랑을 받고 있다. 최근에는 IQS 평가에서 준중형차급 1위를 차지하기도 했다. 아반떼 LPi 하이브리드는 기존 아반떼의 가치를 이어받아 환경성은 물론 상품성, 경제성이 두루 향상되어 블루 드라이브가 추구하는 자동차의 컨셉을 잘 구현하고 있다. 이렇게 개발된 아반떼 LPi 하이브리드카는 우리나라 자동

차 시장에 새로운 변화를 이끄는 것이다. 한국형 친환경 자동차의 선두주자로서, 하이브리드카라는 새로운 시장을 창출하는 것은 물론 정부가 추진중인 저탄소 녹색성장의 견인차 역할을 할 것이다. 특히 저탄소 녹색성장에 대한 국민적 공감대를 형성하고 기업 및 연구기관의 녹색기술개발 촉진을 위해 4개 부처(교육과학기술부, 지식경제부, 환경부, 국토해양부)가 공동으로 제정한 ‘국가녹색기술대상 포상’에서 아반떼 LPi 하이브리드카가 국무총리상을 수상하는 큰 영예를 안게 되었다.

그러나 LPi 하이브리드카는 단지 시작에 불과하다. 현대자동차는 여기에 만족하지 않고 더욱 뛰어난 성능의 하이브리드카 개발에 역량을 집중하여 2010년에는 풀 하이브리드 방식인 쏘나타급 하이브리드카를 출시하여 글로벌 경쟁에 합류할 계획이다. 비록 일본 업체에 비해 조금 늦게 출발한 것은 사실이지만, 2010년에 출시하는 가솔린 하이브리드카는 세계 최고 수준인 도요타와 당당히 경쟁할 수 있는 수준이 될 것이다. 이번에 출시한 아반떼 LPi 하이브리드카가 현대자동차를 대표하는 친환경자동차로서 고객들에게 많은 애정과 관심을 받기를 기대한다. **ㄹ**

Since its first launch in 1995, the Avante nameplate originally boasted a global reputation for having great value for its performance, safety, and convenience compared to its class. Recent IQS ratings have placed the Avante on top among mid-size sedans. However, the Avante now has the honor of being Hyundai’s first ambassador of the ‘Blue Drive’ brand. In the domestic market, the Avante LPi hybrid is leading a new trend of eco-friendly vehicles, creating a new market for hybrids and playing an important role in the Government’s Low Carbon Green Growth Policy. The Avante LPi Hybrid was recently acknowledged with the Prime Minister’s ‘National Green Technology Award’ for its ability to raise public awareness for Low Carbon Green Growth and for promoting research activities in green technologies among companies and research institutions.

The LPi hybrid electric vehicle is just the tip of the iceberg for our eco-friendly initiatives. Hyundai Motor Company plans to jump into the global hybrid electric vehicle market by launching a full-type hybrid electric vehicle on the world-class Sonata platform. While it is true that Hyundai Motor Company has entered the hybrid arena much later than its Japanese competitors, the Sonata hybrid electric vehicle launching later this year will demonstrate superb quality and performance- comparable to that of the current hybrid leader- and further develop our reputation for excellence in environment-friendly technologies. **ㄹ**



그림 6. 친환경 브랜드 ‘Blue Drive’
 Figure 6. Eco-friendly brand ‘Blue Drive’